



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 51 891 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 T 8/60**  
B 62 D 37/00  
B 60 K 28/10

②① Aktenzeichen: 197 51 891.5  
②② Anmeldetag: 22. 11. 97  
④③ Offenlegungstag: 27. 5. 99

**DE 197 51 891 A 1**

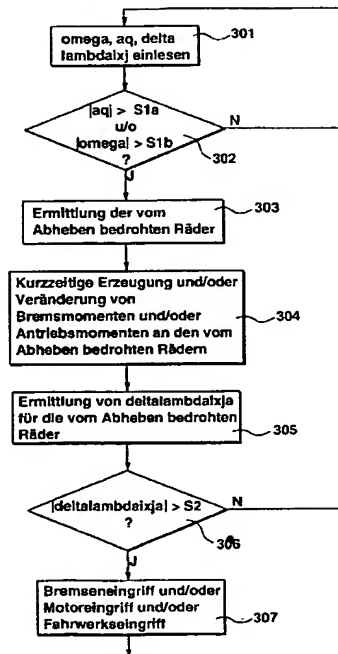
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Schramm, Herbert, Dr., 71229 Leonberg, DE;  
Dominke, Peter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 71696 Möglingen, DE;  
Wetzel, Gabriel, 70569 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz

⑤⑦ Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz. Hierzu wird für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, wird ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Bei Vorliegen einer Kipptendenz werden wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt.



**DE 197 51 891 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz.

Verfahren und Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt.

Aus der DE 32 22 149 C2 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Vermeidung des Seitwärtskippens eines Fahrzeuges bekannt. Bei diesem Fahrzeug handelt es sich um einen Portalhubwagen. Die Vorrichtung enthält eine Meßeinrichtung zur Berechnung der Höhe des Gesamtschwerpunktes des Fahrzeuges mit der Ladung. Desweiteren enthält sie eine Einrichtung zur Berechnung der statischen Stabilität des Fahrzeuges als kritischer Bezugswert aus dem Quotienten von Fahrzeugspur und zweifacher Höhe des Gesamtschwerpunktes. Ferner enthält die Vorrichtung eine Einrichtung zur Berechnung der dynamischen Instabilität aus dem Quotienten von Fahrzeuggeschwindigkeit im Quadrat und dem Produkt des aus dem jeweiligen Steuerwinkel berechneten Kurvenradius mit der Erdbeschleunigung. Wird der Bezugswert durch die dynamische Instabilität überschritten, so wird die Geschwindigkeit des Fahrzeuges reduziert. Dies geschieht zum einen durch Ansteuerung der Fahrzeugbremsen und zum anderen durch entsprechende Ansteuerung der Motorkupplung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bestehende Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch die des Anspruchs 9 bzw. durch die des Anspruchs 10 gelöst.

#### Vorteile der Erfindung

Mit dem Verfahren wird ein Fahrzeuges bei Kipptendenz stabilisiert. Hierzu wird für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Ferner wird wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Liegt eine Kipptendenz vor, so werden wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt.

An dieser Stelle sei bemerkt, wenn nachfolgend der Begriff "Kipptendenz des Fahrzeuges" verwendet wird, so sei die "Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse" gemeint. Die Formulierung "eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse" ist folgendermaßen zu verstehen: Zum einen kann es sich bei der Fahrzeugachse, um die eine Kipptendenz des Fahrzeuges auftritt, um die eigentliche Fahrzeuglängsachse handeln. Zum anderen kann es sich um eine Fahrzeugachse handeln, die um einen gewissen Winkel gegenüber der eigentlichen Fahrzeuglängsachse verdreht ist. Dabei ist es unerheblich, ob die verdrehte Fahrzeugachse durch den Schwerpunkt des Fahrzeuges geht oder nicht. Der Fall der verdrehten Fahrzeugachse soll auch solch eine Orientierung der Fahrzeugachse zulassen, bei der die Fahrzeugachse entweder einer Diagonalachse des Fahrzeuges oder einer zu dieser parallelen Achse entspricht.

Vorteilhafterweise wird für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine von der auf das jeweilige Rad wir-

kenden Radlast abhängige Größe ermittelt. Oder es wird für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine den Schlupf des jeweiligen Rades beschreibende Größe ermittelt.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine Größe ermittelt wird, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibt. Diese Größe wird wenigstens in Abhängigkeit einer der Raddrehzahl des entsprechenden Rades beschreibenden Größe, einer der Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe, einer der Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größe und einer der Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden Größe ermittelt. Hierfür wird vorteilhafterweise als die die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe eine der Gierrate des Fahrzeuges und/oder eine der Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt, und die die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe wenigstens in Abhängigkeit von den für die Räder ermittelten Größen, die die Raddrehzahlen beschreiben, ermittelt.

Zur Erkennung der Kipptendenz eines Fahrzeuges bietet sich vorteilhafterweise folgende Vorgehensweise an: Für wenigstens ein Rad wird eine der Raddrehzahl beschreibende Größe ermittelt. Ferner wird wenigstens eine der Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe ermittelt. Wenigstens in Abhängigkeit von einer der die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen, werden an wenigstens einem Rad kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, wird für dieses wenigstens eine Rad, wenigstens in Abhängigkeit von der die Raddrehzahl dieses Rades beschreibenden Größe die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges, wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse liegt dann vor, wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.

Vorteilhafterweise wird wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen festgestellt, welche Räder des Fahrzeuges zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind. Die Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges wird vorteilhafterweise anhand wenigstens eines dieser Räder durchgeführt, indem an wenigstens einem dieser Räder kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Insbesondere werden hierbei die sich auf der Kurveninnenseite befindenden Räder des Fahrzeuges ausgewählt.

Gemäß einer zweiten Erkennung liegt für das Fahrzeug eine Kipptendenz dann vor, wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, größer als ein erster Schwellenwert ist, oder

wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist, und/oder wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Differenz, die aus dem Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, und einem Vergleichswert gebildet wird, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe beschreibt, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist, wobei für die Räder der entsprechenden Radachse jeweils die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt werden, und in Abhängigkeit dieser Größen die den Neigungswinkel der Radachse beschreibende Größe ermittelt wird. Oder es liegt für das Fahrzeug eine Kipptendenz dann vor, wenn der Betrag einer Differenz, die aus einer der Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe und einem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist.

Von besonderem Vorteil ist, wenn wenigstens am kurvenäußeren Vorderrad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe dergestalt durchgeführt werden, daß an diesem Rad ein Bremsmoment erzeugt und/oder erhöht wird. Vorteilhafterweise werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges ferner Motoreingriffe und/oder Eingriffe in Fahrwerksaktuatoren durchgeführt.

Weitere Vorteile sowie vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen, der Zeichnung sowie der Beschreibung der Ausführungsbeispiele entnommen werden.

#### Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Fig. 1 bis 6. Die Fig. 1a und 1b zeigen verschiedene Straßenfahrzeuge, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt wird. Die Fig. 2 und 4 zeigen jeweils in einer Übersichtsansicht zwei verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Fig. 3 und 5 zeigen jeweils mit Hilfe eines Ablaufdiagrammes die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im jeweiligen Ausführungsbeispiel wesentlichen Schritte. Fig. 6 stellt in einer schematischen Darstellung den physikalischen Sachverhalt für ein Straßenfahrzeug bei Kurvenfahrt dar.

Es sei darauf hingewiesen, daß Blöcke mit derselben Bezeichnung in unterschiedlichen Figuren die selbe Funktion haben.

#### Ausführungsbeispiele

Zunächst soll auf die Fig. 1a und 1b eingegangen werden, die verschiedene Straßenfahrzeuge darstellen, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann.

In Fig. 1a ist ein einteiliges Fahrzeug 101 dargestellt. Bei diesem Fahrzeug kann es sich sowohl um einen Personenkraftwagen als auch um einen Nutzkraftwagen handeln. Bei dem in Fig. 1a dargestellten einteiligen Fahrzeug 101 soll es sich um ein Fahrzeug mit wenigstens zwei Radachsen handeln, was durch die teilweise gestrichelte Darstellung angedeutet ist. Die Radachsen des Fahrzeuges 101 sind mit 103ix bezeichnet. Dabei gibt der Index i an, ob es sich um eine Vorderachse (v) oder um eine Hinterachse (h) handelt. Durch den Index x wird bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Achsen angegeben, um welche der Vorder- bzw. Hinterachsen es sich handelt. Dabei gilt folgende Zuordnung: Der Vorderachse bzw. der Hinterachse, die der Fahrzeugberan-

dung am nächsten ist, ist jeweils der Index x mit dem kleinsten Wert zugeordnet ist. Je weiter die jeweilige Radachse von der Fahrzeugberandung entfernt ist, desto größer ist der Wert des zugehörigen Index x. Den Radachsen 103ix sind die Räder 102ixj zugeordnet. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x entspricht der vorstehend beschriebenen. Mit dem Index j wird angezeigt, ob sich das Rad auf der rechten (r) bzw. auf der linken (l) Fahrzeugseite befindet. Bei der Darstellung der Räder 102ixj wurde auf die Unterscheidung zwischen Einzelrädern bzw. Zwillingrädern verzichtet. Ferner enthält das Fahrzeug 101 ein Steuergerät 104, in welchem die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens implementiert ist.

In Fig. 1b ist eine Fahrzeugkombination, bestehend aus einer Zugmaschine 105 und einem Auflieger 106 dargestellt. Die gewählte Darstellung soll keine Einschränkung darstellen, denkbar ist auch eine Fahrzeugkombination, die aus einer Zugmaschine und einem Deichselanhänger besteht. Die Zugmaschine 105 soll die Radachsen 108iz aufweisen. Den Radachsen 108iz sind die entsprechenden Räder 107ijz zugeordnet. Die Bedeutung der Indizes i bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Fig. 1a beschriebenen. Der Index z gibt an, daß es sich um Radachsen bzw. Räder der Zugmaschine handelt. Ferner weist die Zugmaschine 105 ein Steuergerät 109 auf, mit dem eine Kipptendenz der Zugmaschine 105 und/oder eine Kipptendenz des Aufliegers 106 und/oder eine Kipptendenz der gesamten Fahrzeugkombination um eine in Längsrichtung orientierte Fahrzeugachse erkannt wird. Der Auflieger 106 soll zwei Radachsen 108ixa enthalten. Den beiden Radachsen 108ixa sind in entsprechender Weise die Räder 107ixja zugewiesen. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Fig. 1a dargestellten. Der Index a gibt an, daß es sich um Komponenten des Aufliegers 106 handelt. Die in Fig. 1b dargestellte Anzahl von Radachsen für die Zugmaschine 105 bzw. für den Auflieger 106 soll keine Einschränkung darstellen. Das Steuergerät 109 kann anstelle in der Zugmaschine 105 auch im Auflieger 106 angeordnet sein. Ferner ist es denkbar, sowohl das Zugfahrzeug 105 als auch den Auflieger 106 mit einem Steuergerät auszustatten.

Die in den Fig. 1a und 1b gewählte Kennzeichnung durch die Indizes a, i, j, x sowie z ist für sämtliche Größen bzw. Komponenten, bei denen sie Verwendung findet, entsprechend.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse. In dieser Anmeldung werden zwei Ausführungsbeispiele vorgestellt, denen unterschiedliche Erkennungen der Kipptendenz zugrunde liegen.

Zunächst soll mit Hilfe der Fig. 2 und 3 das erste Ausführungsbeispiel beschrieben werden.

Bei dem Fahrzeug handelt es sich, wie in Fig. 1a dargestellt, um ein einteiliges Fahrzeug. Ferner sei angenommen, daß dieses einteilige Fahrzeug wenigstens zwei Radachsen 103ix aufweist. Bei diesen beiden Radachsen soll es sich um die Vorderachse 103vl mit den Rädern 102vlr bzw. 102vll sowie um die Hinterachse 103hl mit den Rädern 102hlr bzw. 102vll handeln. Die zu diesen Rädern gehörenden Raddrehzahlsensoren 201vlr, 201vll, 201hlr bzw. 201hll sind in Fig. 2 dargestellt. Je nach Anzahl der Radachsen des einteiligen Fahrzeuges können, wie in Fig. 2 angedeutet, weitere Raddrehzahlsensoren 201ixj berücksichtigt werden. Mit den Raddrehzahlsensoren 201ixj werden die Größen nixj ermittelt, die jeweils die Raddrehzahl des entsprechenden Rades 102ixj beschreiben. Die Raddrehzahlsensoren 201ixj sind unabhängig von der Art des Reglers 209 auf je-

den Fall vorhanden und die mit ihnen erzeugten Größen  $n_{ixj}$  werden unabhängig von der Art des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementierten Reglers 209 auf jeden Fall Blöcken 205 sowie 209 zugeführt.

In Abhängigkeit der Art des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementierten Reglers 209 stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung. Handelt es sich bei dem Regler 209 um einen Bremsschlupfregler, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen eingreift und/oder handelt es sich bei dem Regler 209 um einen Antriebschlupfregler, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen und/oder in den Motor eingreift, so sind die Raddrehzahlsensoren 201 $_{ixj}$ , wie bereits oben angedeutet, auf jeden Fall vorhanden. In diesem Fall ist allerdings kein Querbeschleunigungssensor 202, kein Gierratensensor 203 und auch kein Lenkwinkelsensor 204 vorhanden. Folglich müssen in diesen Fällen, falls die Querbeschleunigung und/oder die Gierrate des Fahrzeuges und/oder der Lenkwinkel benötigt werden, diese Größen aus den Raddrehzahlen  $n_{ixj}$  in bekannter Weise im Regler 209 bzw. im Block 206 hergeleitet werden. In diesem Fall sind die in Fig. 2 für den Block 206 eingezeichneten Zuführungen der Größen  $a_q$ ,  $\delta$  sowie  $\omega$  durch eine Zuführung der Größen  $n_{ixj}$  zu ersetzen. An dieser Stelle sei bemerkt, daß in Fig. 2 auf eine entsprechende Darstellung verzichtet wurde, was allerdings keine Einschränkung darstellen soll.

Handelt es sich dagegen bei dem Regler 209 um einen Regler, der in seiner Grundfunktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, beispielsweise eine von der Querbeschleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt – solch ein Regler ist beispielsweise aus der in der Automobiltechnischen Zeitschrift (ATZ) 16, 1994, Heft 11, auf den Seiten 674 bis 689 erschienen Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" bekannt –, so sind – wie in Fig. 2 eingezeichnet – neben den Raddrehzahlsensoren 201 $_{ixj}$  auch ein Querbeschleunigungssensor 202, ein Gierratensensor 203 und ein Lenkwinkelsensor 204 vorhanden. In diesem Fall können im Regler 209 bzw. im Block 206 die mit Hilfe der entsprechenden Sensoren ermittelten Größen verarbeitet werden. Dieser Fall ist in Fig. 2 dargestellt. An dieser Stelle sei noch bemerkt, daß für diesen Fall, d. h. wenn der Querbeschleunigungssensor und/oder der Gierratensensor und/oder der Lenkwinkelsensor ausfallen sollte, die entsprechende Größe ebenfalls aus den Raddrehzahlen hergeleitet werden kann.

Die in Fig. 2 gewählte Darstellung soll keine Einschränkung darstellen. In Abhängigkeit der Art des implementierten Reglers sind, wie oben angedeutet, eventuell leichte Modifikationen erforderlich.

Im folgenden sei angenommen, daß das Fahrzeug 101 einen Querbeschleunigungssensor 202, einen Gierratensensor 203 sowie einen Lenkwinkelsensor 204 enthält. Die die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Größe  $a_q$ , die die Gierrate des Fahrzeuges beschreibende Größe  $\omega$  und die den Lenkwinkel des Fahrzeuges beschreibende Größe  $\delta$  werden Blöcken 206 sowie 209 zugeführt.

Im Block 205 wird in bekannter Weise aus den Größen  $n_{ixj}$  eine die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe  $v_f$  ermittelt. Diese Größe  $v_f$  wird dem Block 209 zugeführt. Ferner werden im Block 205 ausgehend von den Größen  $n_{ixj}$ , sowie der Größe  $v_f$ , in bekannter Weise Größen  $\lambda_{bdaixj}$  ermittelt, die den Antriebs- und/oder Bremsschlupf der Räder beschreiben. Diese Größen  $\lambda_{bdaixj}$  werden sowohl dem Block 206 als auch dem Block 209 zugeführt.

Zum einen werden im Block 206 die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die aufgrund des Fahrzustandes vom Abheben bedroht sind. Mit anderen Worten, es werden die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind.

Die Ermittlung dieser Räder geschieht wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen  $\delta$  bzw.  $a_q$  bzw.  $\omega$ , die dem Block 206 zugeführt werden. Hierzu wird im Block 206 aus der den Lenkwinkel beschreibenden Größe  $\delta$  und/oder aus der die Querbewegung des Fahrzeuges beschreibenden Größe  $a_q$  und/oder aus der die Gierrate des Fahrzeuges beschreibenden Größe  $\omega$  eine Größe ermittelt, ausgehend von der erkennbar ist, ob und was für eine Kurve, d. h. Links- oder Rechtskurve, das Fahrzeug durchfährt.

Prinzipiell ist es ausreichend, die kurveninneren Räder zu ermitteln, da bei einem Kippvorgang die kurveninneren Räder des Fahrzeuges für gewöhnlich zuerst abheben bzw. da sich ein beginnender Kippvorgang eines Fahrzeuges durch ein Abheben der kurveninneren Räder "ankündigt". Eine Verfeinerung der Feststellung dahingehend, daß festgestellt wird, ob das kurveninnere Vorderrad oder das kurveninnere Hinterrad stärker vom Abheben bedroht ist, ist denkbar. Dies ist vor dem Hintergrund von Bedeutung, daß in Abhängigkeit der Fahrzeuggeometrie und/oder der Beladung des Fahrzeuges eher das kurveninnere Vorderrad oder das kurveninnere Hinterrad vom Abheben bedroht ist. In diesem Fall ist, wie oben beschrieben, eine Größe zu ermitteln, die beispielsweise vom Lenkwinkel, der Querbeschleunigung des Fahrzeuges und der Gierrate des Fahrzeuges abhängig ist. Die für die vom Abheben bedrohten Räder ermittelten Größen ( $\lambda_{bdaixj}$ ) sind in Fig. 2 mit dem nachgestellten Index "a" gekennzeichnet.

Zum anderen werden im Block 206, wenn die vom Abheben bedrohten Räder bekannt sind, Signale  $SM_{ixj}$  bzw.  $SM$  erzeugt, ausgehend von denen an wenigstens einem der vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Da die vom Abheben bedrohten Räder empfindlich gegenüber Veränderungen der Raddynamik reagieren, kann beispielsweise durch Auswertung der Schlupfwerte der vom Abheben bedrohten Räder festgestellt werden, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt oder nicht.

Ferner ist es denkbar, bei der Ermittlung der Räder des Fahrzeuges, die vom Abheben bedroht sind, und die sich somit zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges eignen, und/oder bei der kurzzeitigen Erzeugung und/oder Veränderung der Bremsmomente und/oder Antriebsmomente an wenigstens einem Rad, zusätzlich das Antriebskonzept des Fahrzeuges, d. h. ob es sich um ein Fahrzeug mit Vorderrad- oder Hinter- oder Allradantrieb handelt, zu berücksichtigen. Letzteres kann beispielsweise durch eine entsprechende Beeinflussung der Größen  $SM_{ixj}$  bzw.  $SM$  erreicht werden.

Sind an den Rädern des Fahrzeuges keine individuellen Bremseneingriffe möglich, sei es daß die implementierte Bremsanlage dies nicht zuläßt, oder daß dies aufgrund eines vorliegenden Fahrzeugzustandes nicht möglich ist, so entfällt in diesem Fall die Ermittlung der vom Abheben bedrohten Räder. In diesem Fall werden an allen Rädern des Fahrzeuges gleichzeitig kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert.

Die in Block 206 erzeugten Größen  $SM_{ixj}$  sowie  $SM$  werden dem Block 209 zugeführt. Ausgehend von den Größen  $SM_{ixj}$  werden die den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213 $_{ixj}$ , mit denen Bremsmomente erzeugbar sind, angesteuert. Ausgehend von der Größe  $SM$  wird ein dem Motor 211

zugeordnetes Mittel, mit dem das vom Motor abgegebene Motormoment beeinflussbar ist, angesteuert. Die Größen SMixj sowie SM werden dabei im Block 206 so erzeugt, daß an den jeweiligen vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig ein Bremsmoment und/oder ein Antriebsmoment erzeugt und/oder verändert wird. Dabei wird durch geeignete Ansteuerung des dem jeweiligen vom Abheben bedrohten Rades zugeordneten Aktuators 213ixj ein geringes Bremsmoment aufgebaut und/oder es ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Bremsmomentes. Dabei wird durch geeignete Ansteuerung des dem Motor des Fahrzeuges zugeordneten Mittels und den den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213ixj ein geringes Antriebsmoment erzeugt und/oder es ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Antriebsmomentes.

Die Schlupfwerte  $\lambda_{daixj}$  der vom Abheben bedrohten Räder werden ausgehend vom Block 206 einem Block 207 zugeführt. Die beiden erfindungswesentlichen Blöcke 206 bzw. 207 sind zu einem Block 208 zusammengefaßt. An dieser Stelle sei erwähnt, daß als die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe, alternativ zu der den Schlupf des jeweiligen Rades beschreibenden Größe, auch die die Raddrehzahl beschreibende Größe selbst und/oder eine die zeitliche Änderung der Raddrehzahl beschreibende Größe verwendet werden kann.

Im Block 207 wird ausgehend von den ihm zugeführten Größen  $\lambda_{daixj}$  die Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, durchgeführt. Hierzu wird zunächst für wenigstens ein Rad, welches vom Abheben bedroht ist, die Änderung  $\Delta\lambda_{daixj}$  der entsprechenden das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Dabei wird die die Änderung  $\Delta\lambda_{daixj}$  während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden ermittelt.

In Abhängigkeit der Änderung  $\Delta\lambda_{daixj}$  der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe wird ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt. Ist der Betrag der Größe  $\Delta\lambda_{daixj}$  größer als ein entsprechender Schwellenwert, so liegt eine Kipptendenz des Fahrzeuges vor. In diesem Fall wird im Block 207 eine Größe KT erzeugt, die ausgehend vom Block 207 dem Block 209 zugeführt wird. Durch diese Größe KT wird dem Regler bzw. Fahrzeugregler 209 mitgeteilt, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt oder nicht.

Mit 209 ist der im Steuergerät 104 implementierte Regler bzw. Fahrzeugregler bezeichnet. Bei dem Regler 209 handelt es sich beispielsweise um einen Regler, der in seiner Grundfunktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, beispielsweise eine von der Querbeschleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt. An dieser Stelle sei auf die vorstehend erwähnte Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Die im Block 209 in ihrer Grundfunktion stattfindende Regelung basiert in bekannter Weise auf den dem Block 209 zugeführten Größen  $n_{ixj}$ ,  $\Delta$ ,  $a_q$ ,  $\omega$ ,  $v_f$ ,  $\lambda_{daixj}$ , einer Größe  $mot2$ , die beispielsweise die Motordrehzahl des Motors 211 beschreibt und die ausgehend von dem Motor 211 dem Block 209 zugeführt wird, sowie Größen  $ST'2$ , die ausgehend von einem Block 210, welcher die Ansteuerlogik für die im Fahrzeug enthaltenen Aktuatoren darstellt, dem Block 209 zugeführt werden.

Zusätzlich zu der im Block 209 in der Grundfunktion implementierten Regelung ist in ihm eine Umkipppvermeidung

implementiert. Im Rahmen der Umkipppvermeidung erfüllt der Regler im wesentlichen zwei Aufgaben. Zum einen setzt er die Größen SMixj bzw. SM in entsprechende Signal  $ST1$  um, die der Ansteuerlogik 210 zugeführt werden, und ausgehend von denen an den vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Zum anderen führt er ausgehend von den ihm zugeführten Größen KT die eigentliche Umkipppvermeidung durch. Diese Umkipppvermeidung kann der Regelung der Grundfunktion quasi übergeordnet sein.

Mit den Größen KT kann dem Regler 209 zum einen mitgeteilt werden, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, außerdem kann dem Regler 209 mitgeteilt werden, wie stark diese Kipptendenz ist, bzw. wie bzw. über welche Räder das Fahrzeug zu kippen droht.

Der Regler 209 erzeugt Größen  $ST1$ , die der Ansteuerlogik 210, mit der die dem Fahrzeug zugeordneten Aktuatoren angesteuert werden, zugeführt werden. Mit den Größen  $ST1$  wird der Ansteuerlogik 210 mitgeteilt, welche Aktuatoren wie angesteuert werden sollen. Dabei werden die Größen  $ST1$  sowohl für die Regelung der Grundfunktion als auch für die Erkennung der Kipptendenz bzw. für die Umkipppvermeidung ermittelt. Bzgl. der Erzeugung der Größen  $ST1$  gemäß der für die Grundfunktion implementierten Regelung wird auf die vorstehend aufgeführte Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Für die Eingriffe, die für die Erkennung der Kipptendenz bzw. die für die Umkipppvermeidung durchgeführt werden, werden die Größen  $ST1$  entsprechend modifiziert.

Um ein Umkippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu vermeiden, sind beispielsweise folgende Eingriffe in die Aktuatoren des Fahrzeuges denkbar: Zum einen kann durch Bremsen bzw. durch Zurücknahme des Motormomentes eine Verminderung der Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht werden. Zum anderen kann durch radindividuelle Bremseneingriffe gezielt dem Umkippen des Fahrzeuges entgegengewirkt werden. Beispielsweise wird bei einem Fahrzeug, welches vor dem Umkippen stark übersteuernd ist, und welches beim Umkippen über das kurvenäußere Vorderrad abrollt, durch einen gezielten Bremseneingriff an diesem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt. Dadurch ändern sich die Schlupfverhältnisse an diesem Rad dergestalt, daß nur noch geringe Seitenkräfte übertragbar sind und die Umkippgefahr somit reduziert wird.

Außerdem kann durch Eingriffe in die dem Fahrzeug zugeordneten Fahrwerksaktuatoren eine Wankbewegung des Fahrzeuges begrenzt werden.

Im Block 210, der Ansteuerlogik, werden die vom Regler 209 erzeugten Größen  $ST1$  in Ansteuersignale für den Motor 211 sowie in Ansteuersignale für die Aktuatoren des Fahrzeuges umgesetzt. Bei den Aktuatoren handelt es sich beispielsweise um Fahrwerksaktuatoren 212ixj, mit denen das Verhalten des Fahrwerkes beeinflussbar ist, sowie um Aktuatoren 213ixj, mit denen an den entsprechenden Rädern eine Bremskraft erzeugbar ist. Zur Ansteuerung des Motors 211 erzeugt die Ansteuerlogik ein Signal  $mot1$ , mit dem beispielsweise die Drosselklappenstellung des Motors beeinflussbar ist. Zur Ansteuerung der Fahrwerksaktuatoren 212ixj erzeugt die Ansteuerlogik 210 Signale  $Fs_{ixj}$ , mit denen die von den Fahrwerksaktuatoren 212ixj realisierte Dämpfung bzw. Steifigkeit beeinflussbar ist. Zur Ansteuerung der Aktuatoren 213ixj, die insbesondere als Bremsen ausgebildet sind, erzeugt die Ansteuerlogik 210 Signale  $A_{ixj}$ , mit denen die von den Aktuatoren 213ixj an den entsprechenden Rädern erzeugten Bremskräfte beeinflussbar sind. Die Ansteuerlogik 210 erzeugt Größen  $ST'2$ , die dem

Regler 209 zugeführt werden, und die eine Information über die Ansteuerung der einzelnen Aktuatoren enthalten.

Mit den Fahrwerksaktuatoren 212ixj wird das Fahrwerk des Fahrzeuges beeinflusst. Damit der Regler den Istzustand der Fahrwerksaktuatoren 212ixj kennt, werden ausgehend von den Fahrwerksaktuatoren 212ixj dem Regler 209 Signale Frixj zu geführt.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß neben den in Fig. 2 dargestellten Aktuatoren auch der Einsatz von sogenannten Retardern denkbar ist. Bei der in Fig. 2 zum Einsatz kommenden Bremsanlage kann es sich um eine hydraulische oder pneumatische oder elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlage handeln.

In Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm zur Beschreibung des im Block 208 ablaufenden erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Dadurch daß in der Fig. 3 lediglich auf ein einteiliges Fahrzeug eingegangen wird, soll keine Einschränkung der erfindungswesentlichen Idee entstehen. Das in Fig. 3 dargestellte Ablaufdiagramm ist in entsprechender Weise auch für eine Fahrzeugkombination anwendbar. Das in Fig. 3 verwendete Zeichen "u/o" soll die Abkürzung für die Verknüpfung "und/oder" darstellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 301, in welchem die Größen omega, aq, delta sowie lambdaixj eingelesen werden. Die Größen omega, aq bzw. delta sind entweder mit Hilfe von entsprechenden Sensoren erfaßt worden oder aus den Raddrehzahlen hergeleitet worden. Im Anschluß an den Schritt 301 wird ein Schritt 302 ausgeführt.

Mit der im Schritt 302 stattfindenden Abfrage wird ermittelt, ob ein Fahrzustand vorliegt, bei dem eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse auftreten kann. Hierzu wird ermittelt, ob der Betrag der Größe aq größer als ein erster Schwellenwert S1a ist und/oder ob der Betrag der Größe omega größer als ein zweiter Schwellenwert S1b ist. Ist im Schritt 302 wenigstens eine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den Schritt 302 ein Schritt 303 ausgeführt. Ist dagegen im Schritt 302 keine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird anschließend an den Schritt 302 erneut der Schritt 301 ausgeführt.

Im Schritt 303 werden, wie bereits oben beschrieben, die vom Abheben bedrohten Räder des Fahrzeuges ermittelt, d. h. es werden die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges geeignet sind.

Im Anschluß an den Schritt 303 wird ein Schritt 304 ausgeführt. In diesem Schritt 304 werden an wenigstens einem der vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Zu diesem Zweck werden die vom Block 206 erzeugten Größen SMixj und SM im Regler 209 und in der Ansteuerlogik 210 in entsprechende Ansteuersignale umgesetzt. Durch geeignete Ansteuerung des dem jeweiligen vom Abheben bedrohten Rades zugeordneten Aktuators 213ixj wird ein geringes Bremsmoment aufgebaut und/oder ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Bremsmomentes. Durch geeignete Ansteuerung des dem Motor des Fahrzeuges zugeordneten Mittels und den den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213ixj wird ein geringes Antriebsmoment erzeugt und/oder ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Antriebsmomentes.

Für den Fall, daß an den Rädern des Fahrzeuges keine individuellen Eingriffe durchführbar sind, können an allen Rädern des Fahrzeuges kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden.

Im Anschluß an den Schritt 304 wird ein Schritt 305 ausgeführt. In diesem Schritt 305 wird für die vom Abheben bedrohten Räder jeweils die Änderung deltalambdaixja der das

Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Die die Änderung deltalambdaixja beschreibende Größe wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, ermittelt. An dieser Stelle sei bereits auf die noch zu beschreibende Fig. 4 verwiesen. Anschließend an den Schritt 305 wird ein Schritt 306 ausgeführt.

Im Schritt 306 wird in Abhängigkeit der Größe deltalambdaixja ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Eine Kipptendenz liegt dann vor, wenn der Betrag der Größe deltalambdaixja größer als ein entsprechender Schwellenwert S2 ist. In diesem Fall wird anschließend an den Schritt 306 ein Schritt 307 ausgeführt. Ist dagegen der Betrag der Größe deltalambdaixja kleiner als der Schwellenwert S2, was gleichbedeutend damit ist, daß keine Kipptendenz vorliegt, so wird im Anschluß an den Schritt 306 erneut der Schritt 301 ausgeführt.

Im Schritt 307 werden, aufgrund der Tatsache, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe und/oder Eingriffe an Fahrwerksaktuatoren durchgeführt, mit denen eine Stabilisierung des Fahrzeuges erreicht wird. Die Bremseneingriffe, d. h. die Eingriffe an den Aktuatoren 213ixj, und die Motoreingriffe dienen in erster Linie der Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit. Darüber hinaus können durch Bremseneingriffe an einzelnen Rädern in bekannter Weise stabilisierende Giermomente erzeugt werden. Hierbei sei auf die oben beschriebene Bremsung des kurvenäußeren Vorderrades verwiesen. Durch die Eingriffe an den Fahrwerksaktuatoren 212ixj kann die Wankbewegung des Fahrzeuges teilweise kompensiert und die Lage des Schwerpunktes beeinflusst werden.

Im Anschluß an den Schritt 307 wird erneut der Schritt 301 ausgeführt.

An dieser Stelle sei nochmals auf die Ermittlung der Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe eingegangen. Diese Ermittlung ist auf folgende Arten denkbar: Zum einen kann die sich ergebende Änderung während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder Antriebsmomente kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden, ermittelt werden. Beispielsweise könnte durch Berücksichtigung mehrerer Werte der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe der Gradient dieser Größe lambdaixja ermittelt werden. Zum anderen kann die sich ergebende Änderung aus dem Wert, der vor der kurzzeitigen Erzeugung und/oder Veränderung der Bremsmomente und/oder Antriebsmomente vorlag und dem Wert der entsprechend nachher vorliegt, ermittelt werden. Zu diesem Zweck ist ersterer Wert in einem Speichermedium zwischenspeichern.

Mit Hilfe der Fig. 4 und 5 soll das zweite Ausführungsbeispiel beschrieben werden. Die im Zusammenhang mit Fig. 2 gemachten Ausführungen bzgl. der Sensorik und des Reglers gelten auch für das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel. Auf Blöcke bzw. Komponenten, die bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben wurden, wird im Zusammenhang mit Fig. 4 nicht mehr eingegangen.

Auch dem zweiten Ausführungsbeispiel liegt ein einteiliges Fahrzeug, wie es in Fig. 1a dargestellt ist, zugrunde. Mit den Raddrehzahlsensoren 201ixj werden die Größen nixj ermittelt, die jeweils die Raddrehzahl des entsprechenden Rades 102ixj beschreiben. Die Größen nixj werden Blöcken 401 sowie 404 zugeführt. Ferner sei angenommen, daß das

Fahrzeug 101 einen Querbeschleunigungssensor 202 sowie einen Gierratensensor 203 enthält. Die die Querbeschleunigung des Fahrzeugs beschreibende Größe  $a_q$  wird sowohl dem Block 404 als auch einem Block 402 zugeführt. Die die Gierrate des Fahrzeuges beschreibende Größe  $\omega$  wird den Blöcken 404, 401 sowie 402 zugeführt.

Die im Block 205 ermittelte Größe  $v_f$  wird den Blöcken 401 bzw. 404 zugeführt. Ferner werden die im Block 205 ermittelten Größen  $\lambda_{daij}$  sowohl dem Block 402 als auch dem Block 404 zugeführt.

Im Block 401 wird ausgehend von der Größe  $v_f$ , den Größen  $n_{ixj}$  sowie der Größe  $\omega$  die Größen  $r_{ixj}$  ermittelt, die das Radverhalten der Räder quantitativ beschreiben. Diese Größen  $r_{ixj}$  sind von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängig. Insbesondere handelt es sich bei den Größen  $r_{ixj}$  um die dynamischen Rollradien der Räder, die den Durchmesser bzw. entsprechend den Radius des jeweiligen Rades beschreiben, die mit Hilfe der Gleichung

$$r_{ixj} = \frac{v_f \pm a \cdot \omega}{n_{ixj}}$$

ermittelt werden, wobei die in der Gleichung enthaltene Größe  $a$  die halbe Spurweite des Fahrzeuges beschreibt. Für die kurvenäußeren Räder wird das Pluszeichen verwendet, für die kurveninneren Räder das Minuszeichen. Die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen  $r_{ixj}$  werden ausgehend vom Block 401 dem Block 402 zugeführt.

Im Block 402 wird ausgehend von den ihm zugeführten Größen  $\lambda_{daij}$ ,  $r_{ixj}$ ,  $a_q$ ,  $\omega$  sowie den alternativ ihm zugeführten Größen  $m_{lix}$ , die jeweils die achsbezogene Last beschreiben, die Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, durchgeführt. Im Block 402 werden zur Erkennung, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt, ausgehend von dem ihm zugeführten Größen verschiedene Abfragen durchgeführt. Diese verschiedenen Abfragen werden in der noch zu beschreibenden Fig. 5 vorgestellt. Wird im Block 402 erkannt, daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, so wird eine Größe  $K_T$  erzeugt, die dem Block 404 zugeführt wird. Durch diese Größe  $K_T$  wird dem Regler bzw. Fahrzeugregler 404 mitgeteilt, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt oder nicht. In Fig. 4 sind die beiden im Steuergerät enthaltenen erfindungswesentlichen Komponenten 401 bzw. 402 zu einem Block 403 zusammengefaßt.

Mit 404 ist der im Steuergerät 104 implementierte Regler bzw. Fahrzeugregler bezeichnet. Der Regler 404 soll in seiner Grundfunktion dem Regler 208 in Fig. 2 entsprechen. Zusätzlich zu der im Block 404 in der Grundfunktion implementierten Regelung ist im Regler 404 eine Umkippvermeidung implementiert. Diese Umkippvermeidung kann der Regelung der Grundfunktion quasi übergeordnet sein. Die Umkippvermeidung wird im wesentlichen ausgehend von den Größen  $K_T$  ausgeführt.

Für eine Art der Umkipperkennung, die im Block 402 durchgeführt wird, sind im Block 402 die achsbezogenen Radlasten  $m_{lix}$  erforderlich. Diese werden im Regler 404 beispielsweise in bekannter Weise aus den Raddrehzahlen ermittelt, und ausgehend vom Block 404 dem Block 402 zugeführt.

Der Regler 404 erzeugt Größen  $ST1$ , die der Ansteuerlogik 405, mit der die dem Fahrzeug zugeordneten Aktuatoren angesteuert werden, zugeführt werden. Mit den Größen  $ST1$  wird der Ansteuerlogik 405 mitgeteilt, welche Aktuatoren wie angesteuert werden sollen. Dabei werden die Größen

$ST1$  sowohl für die Regelung der Grundfunktion als auch für die Umkippvermeidung ermittelt. Bzgl. der Erzeugung der Größen  $ST1$  gemäß der für die Grundfunktion implementierten Regelung wird auf die vorstehend aufgeführte Veröffentlichung "FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Für die Eingriffe, die für die Umkippvermeidung durchgeführt werden, werden die Größen  $ST1$  entsprechend modifiziert.

Die zur Vermeidung des Umkippens des Fahrzeuges durchgeführten Eingriffe in die Aktuatoren des Fahrzeuges entsprechen denen, die im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben wurden.

Im Block 405, der Ansteuerlogik, werden die vom Regler 404 erzeugten Größen  $ST1$  in Ansteuersignale für den Motor 210 sowie in Ansteuersignale für die Aktuatoren 212 $_{ixj}$ , 213 $_{ixj}$  des Fahrzeuges umgesetzt. Dies geschieht in entsprechender Weise wie im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben.

Mit den Fahrwerksaktuatoren 211 $_{ixj}$  wird das Fahrwerk des Fahrzeuges beeinflusst. Damit der Regler den Istzustand der Fahrwerksaktuatoren 211 $_{ixj}$  kennt, werden ausgehend von den Fahrwerksaktuatoren 211 $_{ixj}$  dem Regler 208 Signale  $F_{rixj}$  zugeführt.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß neben den in Fig. 2 dargestellten Aktuatoren auch der Einsatz von sogenannten Retardern denkbar ist. Bei der in Fig. 2 zum Einsatz kommenden Bremsanlage kann es sich um eine hydraulische oder pneumatische oder elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlage handeln.

Mit Hilfe des in Fig. 5 dargestellten Ablaufdiagrammes soll der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens des zweiten Ausführungsbeispiels, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, beschrieben werden. Das erfindungsgemäße Verfahren läuft im wesentlichen im Block 403 ab. Das in Fig. 3 verwendete Zeichens "u/o" entspricht dem in Fig. 3.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 501, in welchem die Größen  $n_{ixj}$ ,  $\omega$ ,  $a_q$ ,  $v_f$ ,  $\lambda_{daij}$  sowie  $m_{lix}$  eingelesen werden. Im Anschluß an den Schritt 301 wird ein Schritt 502 ausgeführt. Die im Schritt 502 stattfindende Abfrage entspricht der im Schritt 302 stattfindenden. Ist im Schritt 502 wenigstens eine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den Schritt 502 ein Schritt 503 ausgeführt. Ist dagegen im Schritt 502 keine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird anschließend an den Schritt 502 erneut der Schritt 501 ausgeführt.

Im Schritt 503 wird der Betrag der den Antriebs- und/oder Bremsschlupf beschreibende Größe  $\lambda_{daij}$  mit einem Schwellenwert 52 verglichen. Die im Schritt 503 stattfindende Abfrage wird aus folgendem Grund durchgeführt: Die im Schritt 504 stattfindende Ermittlung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen  $r_{ixj}$ , die die dynamischen Rollradien der Räder darstellen, kann nur durchgeführt werden, wenn die Räder quasi schlupffrei sind, d. h., wenn der Antriebs- und/oder Bremsschlupf der Räder kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Ist dies nicht erfüllt, so können die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen  $r_{ixj}$  nicht fehlerfrei ermittelt werden.

Wird im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe  $\lambda_{daij}$  kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist, so wird im Anschluß an den Schritt 503 der Schritt 504 ausgeführt, mit dem eine erste Art von Abfragen zur Erkennung einer Kipptendenz eingeleitet wird. Die erste Art der Abfragen setzt sich aus den Schritten 503 bis 506 zusammen. Wird dagegen im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe  $\lambda_{daij}$  größer als der entsprechende Schwellenwert 52 ist, so wird anschließend an den Schritt 503 ein Schritt 508 ausgeführt, mit dem eine zweite Art von Abfragen zur Erkennung einer Kipptendenz eingeleitet wird. Die

zweite Art der Abfragen besteht aus den Schritten 508 bis 510.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die in den einzelnen Schritten verwendete indizierte Darstellung, als Beispiel sei hier  $\lambda_{\text{bdaixj}}$  genannt, bedeuten soll, daß die einzelnen Schritte für ein beliebiges einzelnes Rad oder für eine beliebige Anzahl von Rädern oder für alle Räder des Fahrzeuges ausgeführt werden sollen.

Im Schritt 504 werden mit Hilfe der o. a. Gleichung die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt. Diese Größen können, wie bereits oben angedeutet, nur ermittelt werden, wenn kein allzu großer Radschlupf vorliegt, d. h. wenn die Radgeschwindigkeiten und die Fahrzeuggeschwindigkeit nicht allzusehr voneinander abweichen. Ist dies nicht gegeben, so kann es aufgrund der in diesem Fahrzeugzustand ermittelten Größen  $\text{rixj}$ , im Schritt 506 zu Fehlentscheidungen kommen. Anschließend an den Schritt 504 wird ein Schritt 505 ausgeführt. Im Schritt 505 werden die Größen  $\text{deltarixj}$ ,  $\text{rixjpunkt}$  sowie  $\alpha_{\text{aix}}$  ermittelt. Bei der Größe  $\text{deltarixj}$  handelt es sich um eine Differenz, die aus dem aktuellen Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe  $\text{rixj}$  und einem Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, der bei einer Geradeausfahrt ermittelt wurde, gebildet wird.

Der Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe bei Geradeausfahrt entspricht, wird von Zeit zu Zeit in geeigneten Fahrsituationen ermittelt und in einem entsprechenden Speicher zwischengespeichert.

Bei der Größe  $\text{rixjpunkt}$  handelt es sich um eine Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe  $\text{rixj}$  darstellt. Insbesondere entspricht die Größe  $\text{rixjpunkt}$  der zeitlichen Ableitung der Größe  $\text{rixj}$ . Bei der Größe  $\alpha_{\text{aix}}$  handelt es sich um eine den Neigungswinkel einer Radachse beschreibende Größe. Die Größe  $\alpha_{\text{aix}}$  wird gemäß der Gleichung

$$\alpha_{\text{pahix}} = \left| \frac{\text{rixl} - \text{rixr}}{2 \cdot a} \right|$$

ermittelt. Wie diese Gleichung zeigt, wird ausgehend, von den für die beiden Räder der Radachse ermittelten Größen, die jeweils das Radverhalten quantitativ beschreiben, eine die Neigung der Radachse beschreibende Größe ermittelt. Außerdem geht in die Größe  $\alpha_{\text{pahix}}$  die Spurweite  $2a$  des Fahrzeuges ein. Obige Gleichung für den Neigungswinkel  $\alpha_{\text{pahix}}$  stellt eine Näherung dar, die für kleine Winkel  $\alpha_{\text{pahix}}$  gilt.

Im Anschluß an den Schritt 505 wird ein Schritt 506 ausgeführt. Mit Hilfe des Schrittes 506 wird erkannt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse besteht. Die im Schritt 506 aufgeführten Einzelabfragen werden unter Verwendung der im Schritt 505 ermittelten Größen, die wiederum in Abhängigkeit des im Schritt 504 ermittelten aktuellen Wertes der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe  $\text{rixj}$  ermittelt werden, ausgeführt.

In einer ersten Teilabfrage wird ermittelt, ob der aktuelle Wert der Größe  $\text{rixj}$  größer als ein erster Schwellenwert  $S3a$  ist. Der erste Schwellenwert  $S3a$  soll dabei den Radius des unbelasteten Rades darstellen. Mit dieser Abfrage wird festgestellt, ob bei einer Kurvenfahrt die kurveninneren Räder abzuheben drohen. Die erste Teilabfrage enthält eine weitere Abfrage, mit der festgestellt wird, ob der aktuelle Wert der Größe  $\text{rixj}$  kleiner als ein zweiter Schwellenwert  $S3b$  ist. Mit dieser Abfrage werden Räder erfaßt, die sich auf der Kurvenaußenseite befinden, und die aufgrund einer Kipptendenz des Fahrzeuges stark zusammengedrückt werden. Mit Hilfe

der ersten Teilabfrage wird somit die absolute Größe des dynamischen Rollradius zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges mit entsprechenden Schwellenwerten verglichen. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn entweder der dynamische Rollradius eines kurveninneren Rades größer als der Schwellenwert  $S3a$  ist oder wenn der dynamische Rollradius eines kurvenäußeren Rades kleiner als der Schwellenwert  $S3b$  ist.

In einer zweiten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der Differenz  $\text{deltarixj}$  größer als ein dritter Schwellenwert  $S3c$  ist. Mit dieser Abfrage wird die relative Änderung des dynamischen Rollradius, die sich bei einer Kurvenfahrt ausgehend von einer Geradeausfahrt ergibt, zur Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt, ausgewertet. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der Differenz größer als der entsprechende Schwellenwert  $S3c$  ist.

In einer dritten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der Größe  $\text{rixjpunkt}$ , die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe  $\text{rixj}$  beschreibt, kleiner als ein vierter Schwellenwert  $S3d$  ist. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der den zeitlichen Verlauf beschreibenden Größe kleiner als der vierte Schwellenwert  $S3d$  ist.

In einer vierten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe  $\alpha_{\text{pahix}}$  größer als ein fünfter Schwellenwert  $S3e$  ist. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der Größe  $\alpha_{\text{pahix}}$  größer als der Schwellenwert  $S3e$  ist.

Mit Hilfe der im Schritt 506 ablaufenden Teilabfragen wird die Kipptendenz eines Fahrzeuges dann erkannt, wenn wenigstens eine der vier Teilabfragen erfüllt ist. Ist wenigstens eine der Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den Schritt 506 ein Schritt 507 ausgeführt. Die bei Vorliegen einer Kipptendenz im Block 402 stattfindende Ausgabe der Größe  $KT$  ist in Fig. 5 nicht dargestellt. Ist im Schritt 506 keine der Teilabfragen erfüllt, d. h., liegt keine Kipptendenz des Fahrzeuges vor, so wird im Anschluß an den Schritt 506 erneut der Schritt 501 ausgeführt.

Im Schritt 507 werden, wie im Zusammenhang mit den Fig. 4 bzw. 2 erwähnt, entsprechende Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe und/oder Fahrwerkseingriffe durchgeführt, um ein Kippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu vermeiden.

Wird im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe  $\lambda_{\text{bdaixj}}$  größer als der entsprechende Schwellenwert  $S2$  ist, so kann die erste Art der Erkennung nicht angewandt werden. Deshalb wird im Anschluß an den Schritt 503 ein Schritt 508 ausgeführt, mit dem eine zweite Art von Erkennung eingeleitet wird. Diese zweite Art der Erkennung wird in Abhängigkeit von der für wenigstens ein Rad in einem vorigen Zeitschritt ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, durchgeführt. Im Schritt 508 wird eine die Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges beschreibende Größe  $hsix$ , die insbesondere eine achsbezogene Schwerpunktshöhe darstellt, bereitgestellt. Hierzu wird beispielsweise die Größe  $hsix$ , die für einen vorigen Zeitschritt, bei dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage erfüllt war, und die zwischengespeichert war, eingelesen. Alternativ kann die Größe  $hsix$  in Abhängigkeit der Größen  $\text{rixj}$ , die für einen vorigen Zeitschritt, bei dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage erfüllt war, und die zwischengespeichert waren, ermittelt werden. Die achsbezogene Schwerpunktshöhe  $hsix$  wird allgemein gemäß der Gleichung

$$hsix = \frac{C \cdot a^2}{mlix \cdot aq} \cdot \alphaaix$$

ermittelt. In vorstehender Gleichung repräsentiert die Größe C die resultierende vertikale Steifigkeit der der Radachse zugeordneten Räder, die Größe a entspricht der halben Spurweite der Radachse, die Größe  $\alphaaix$  entspricht dem Neigungswinkel der Radachse gegenüber der Fahrbahn, die Größe mlix entspricht der auf die Radachse wirkenden Last und die Größe aq entspricht der auf das Fahrzeug wirkenden Querbeschleunigung. Dabei werden die Größen mlix, aq sowie  $\alphaaix$  beispielsweise des Zeitschrittes verwendet, zu dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage noch erfüllt war. Dies bedeutet in diesem Fall, daß die Größe mlix, die Größe aq sowie die Größe  $\alphaaix$  oder die für die Ermittlung der Größe  $\alphaaix$  erforderlichen Größen rixj laufend in einem Zwischenspeicher abgelegt werden müssen. Im Anschluß an den Schritt 508 wird ein Schritt 509 ausgeführt.

Im Schritt 509 wird in bekannter Weise, ausgehend von der die Schwerpunkthöhe des Fahrzeuges beschreibenden Größe hsix ein Geschwindigkeitsgrenzwert für die Kurvenfahrt des Fahrzeuges ermittelt. Der Geschwindigkeitsgrenzwert gibt die Geschwindigkeit für das Fahrzeug an, bei dem ein Kippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse nicht zu erwarten ist. Zur Ermittlung des Geschwindigkeitsgrenzwertes in Abhängigkeit der die Schwerpunkthöhe des Fahrzeuges beschreibenden Größe sei beispielsweise auf die im "Kraftfahrtechnischen Taschenbuch", VDI-Verlag, 21. Auflage, auf Seite 346 stehende Formel verwiesen. Im Anschluß an den Schritt 509 wird ein Schritt 510 ausgeführt. Im Schritt 510 wird festgestellt, ob der Betrag der Differenz, die aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner gleich einem Schwellenwert S4 ist. Ist der Betrag der Differenz kleiner gleich dem Schwellenwert S4, so liegt eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vor, und im Anschluß an den Schritt 510 wird der Schritt 507 ausgeführt. Ist dagegen der Betrag der Differenz größer als der Schwellenwert S4, was gleichbedeutend damit ist, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges nicht vorliegt, so wird anschließend an den Schritt 510 der Schritt 501 ausgeführt.

Das in Fig. 5 dargestellte Ablaufdiagramm ist in entsprechender Weise auch für eine Fahrzeugkombination anwendbar.

Mit Hilfe von Fig. 6 soll abschließend der dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrundeliegende physikalische Sachverhalt dargestellt werden. In Fig. 6 ist ein einteiliges Fahrzeug, wie es in Fig. 1a dargestellt ist, schematisch dargestellt. Dies soll jedoch keine Einschränkung darstellen.

In Fig. 6 ist eine Radachse 103ix mit den zugehörigen Rädern 102ixl bzw. 102ixr dargestellt. Ferner ist der mittels Aufhängungsvorrichtungen 605 bzw. 606 mit der Radachse 103ix verbundene Fahrzeugaufbau 601 dargestellt. In Fig. 6 ist die Spurweite 2a des Fahrzeuges eingezeichnet. Ferner ist der achsbezogene Schwerpunkt S und die zugehörige achsbezogene Schwerpunkthöhe hsix eingezeichnet. Ebenso ist der Neigungswinkel  $\alphaaix$  der Radachse gegenüber dem Fahrbahnuntergrund eingezeichnet. Für das Fahrzeug liegt eine Kurvenfahrt nach links vor.

Wie Fig. 6 zeigt, entstehen bei einer Kurvenfahrt Lastverlagerungen, das kurveninnere Rad 102ixl wird entlastet und kann in Extremsituationen den Bodenkontakt verlieren. Dabei ist es unerheblich, ob die Kurvenfahrt auf einer ebenen oder auf einer geneigten Fahrbahn stattfindet. Das kurvenäußere Rad 102ixr wird stärker belastet. Durch diese Lastver-

lagerung an den einzelnen Rädern ändert sich zum einen der jeweilige dynamische Rollradius rixj. Zum anderen geht an den kurveninneren Rädern die vom Rad übertragene Normalkraft gegen Null, wodurch nur noch geringe oder keine

Umfangskräfte mehr durch den Reifen auf die Fahrbahn übertragen werden können. In einem solchen Zustand sind die Schlupfverhältnisse am entsprechenden Rad besonders empfindlich gegenüber Veränderungen der Raddynamik, die beispielsweise durch kurzzeitige Erzeugung und/oder Veränderung von Antriebsmomenten und/oder Bremsmomenten am jeweiligen Rad verursacht werden. Beides läßt sich zur Erkennung eines abhebenden Rades verwenden, was wiederum zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse verwendet werden kann.

Abschließend sei bemerkt, daß die in der Beschreibung gewählte Form des Ausführungsbeispiels sowie die in den Figuren gewählte Darstellung keine einschränkende Wirkung auf die erfindungswesentliche Idee darstellen soll.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz, insbesondere zur Umkipppvermeidung eines Fahrzeuges, bei dem für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt wird, bei dem wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, bei dem bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängige Größe ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine den Schlupf des jeweiligen Rades beschreibende Größe ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine Größe, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibt, ermittelt wird, insbesondere wird diese Größe wenigstens in Abhängigkeit einer die Raddrehzahl des entsprechenden Rades beschreibenden Größe, einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe, einer die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größe und einer die Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden Größe ermittelt, wobei insbesondere als die die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe eine die Gierrate des Fahrzeuges und/oder eine die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt wird, und die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe wenigstens in Abhängigkeit von den für die Räder ermittelten Größen, die die Raddrehzahlen beschreiben, ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß für wenigstens ein Rad eine die Raddrehzahl beschreibende Größe ermittelt wird,  
 daß wenigstens eine die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe ermittelt wird,  
 daß wenigstens in Abhängigkeit von einer der die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen, an wenigstens einem Rad kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden,  
 daß während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, für dieses wenigstens eine Rad, wenigstens in Abhängigkeit von der die Raddrehzahl dieses Rades beschreibenden Größe die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe ermittelt wird,  
 insbesondere wird zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges, während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt, wobei eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt, wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.  
 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen festgestellt wird, welche Räder des Fahrzeuges zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind, und daß die Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse anhand wenigstens eines dieser Räder durchgeführt wird, indem an wenigstens einem dieser Räder kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden, insbesondere werden hierbei die sich auf der Kurveninnenseite befindenden Räder des Fahrzeuges ausgewählt.  
 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt,  
 – wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, größer als ein erster Schwellenwert ist, oder  
 – wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist, und/oder  
 – wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Differenz, die aus dem Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, und einem Vergleichswert gebildet wird, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder  
 – wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radver-

halten quantitativ beschreibenden Größe beschreibt, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder

– wenn der Betrag einer den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, wobei für die Räder der entsprechenden Radachse jeweils die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt werden, und in Abhängigkeit dieser Größen die den Neigungswinkel der Radachse beschreibende Größe ermittelt wird, oder

daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt, wenn der Betrag einer Differenz, die aus einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe und einem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens am kurvenäußeren Vorderrad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe dergestalt durchgeführt werden, daß an diesem Rad ein Bremsmoment erzeugt und/oder erhöht wird, insbesondere werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges ferner Motoreingriffe und/oder Eingriffe in Fahrwerksaktuatoren durchgeführt.

9. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz, insbesondere zur Umkipppvermeidung eines Fahrzeuges, bei dem ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, bei dem bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens am kurvenäußeren Vorderrad des Fahrzeuges ein stabilisierender Bremseneingriff durchgeführt wird.

10. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz, insbesondere zur Umkipppvermeidung eines Fahrzeuges, die erste Mittel enthält, mit denen für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt wird, die zweite Mittel enthält, mit denen wenigstens in Abhängigkeit der mit den ersten Mitteln für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, wobei bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt werden.

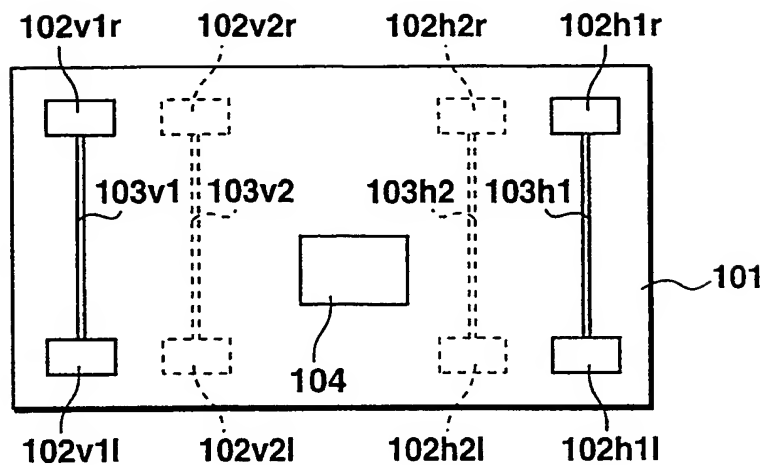
---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

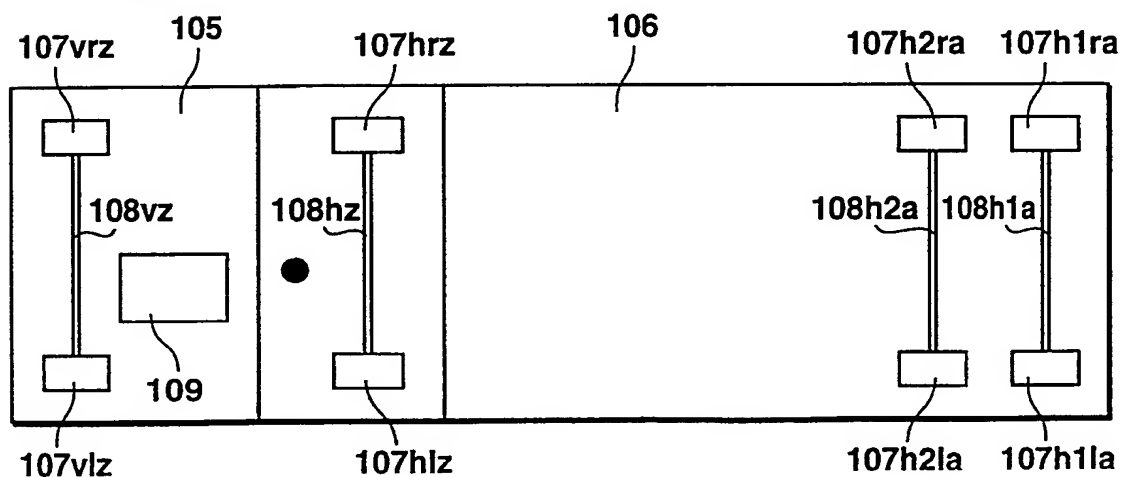
---

- Leerseite -

**Fig. 1a**



**Fig. 1b**



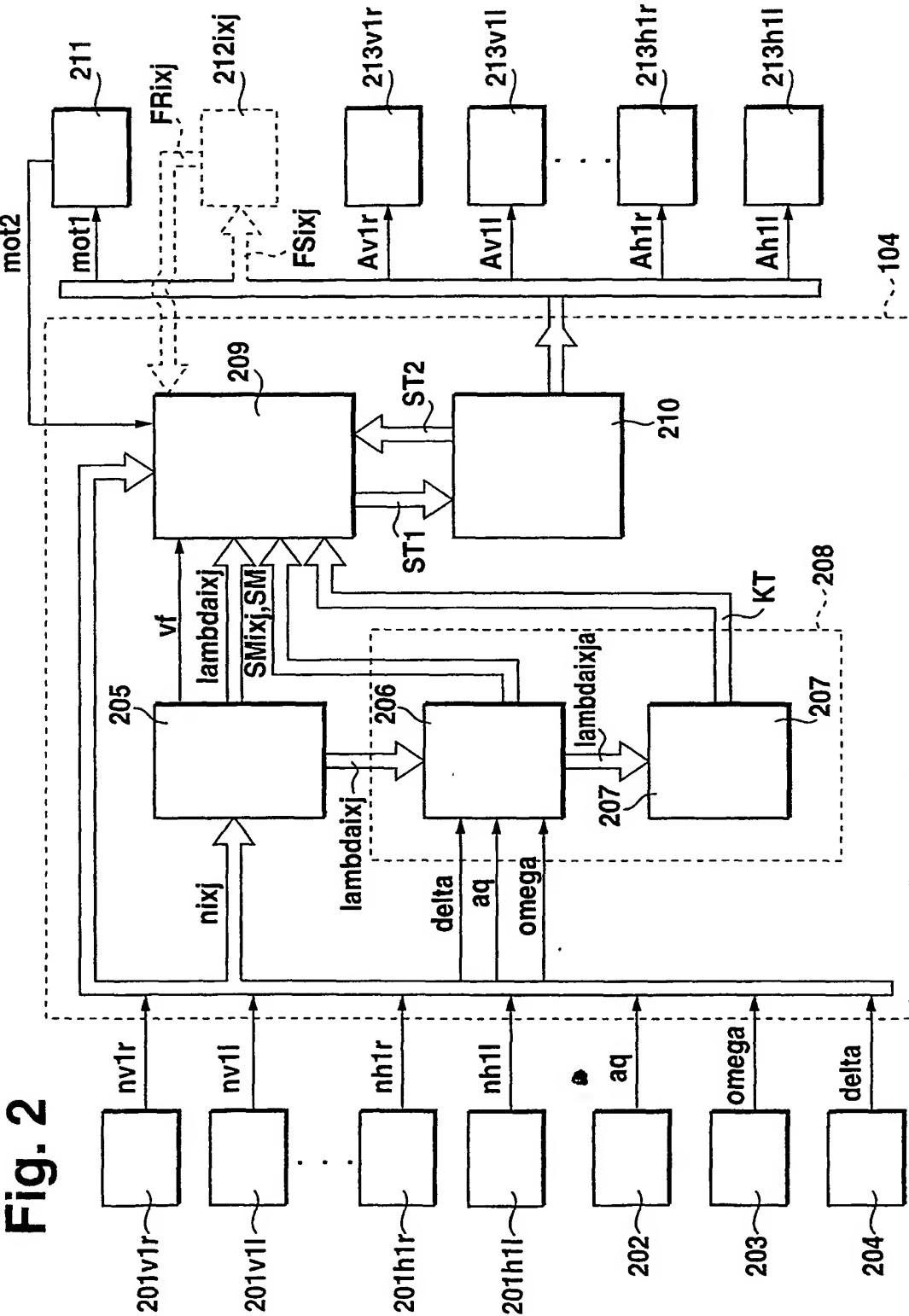


Fig. 3

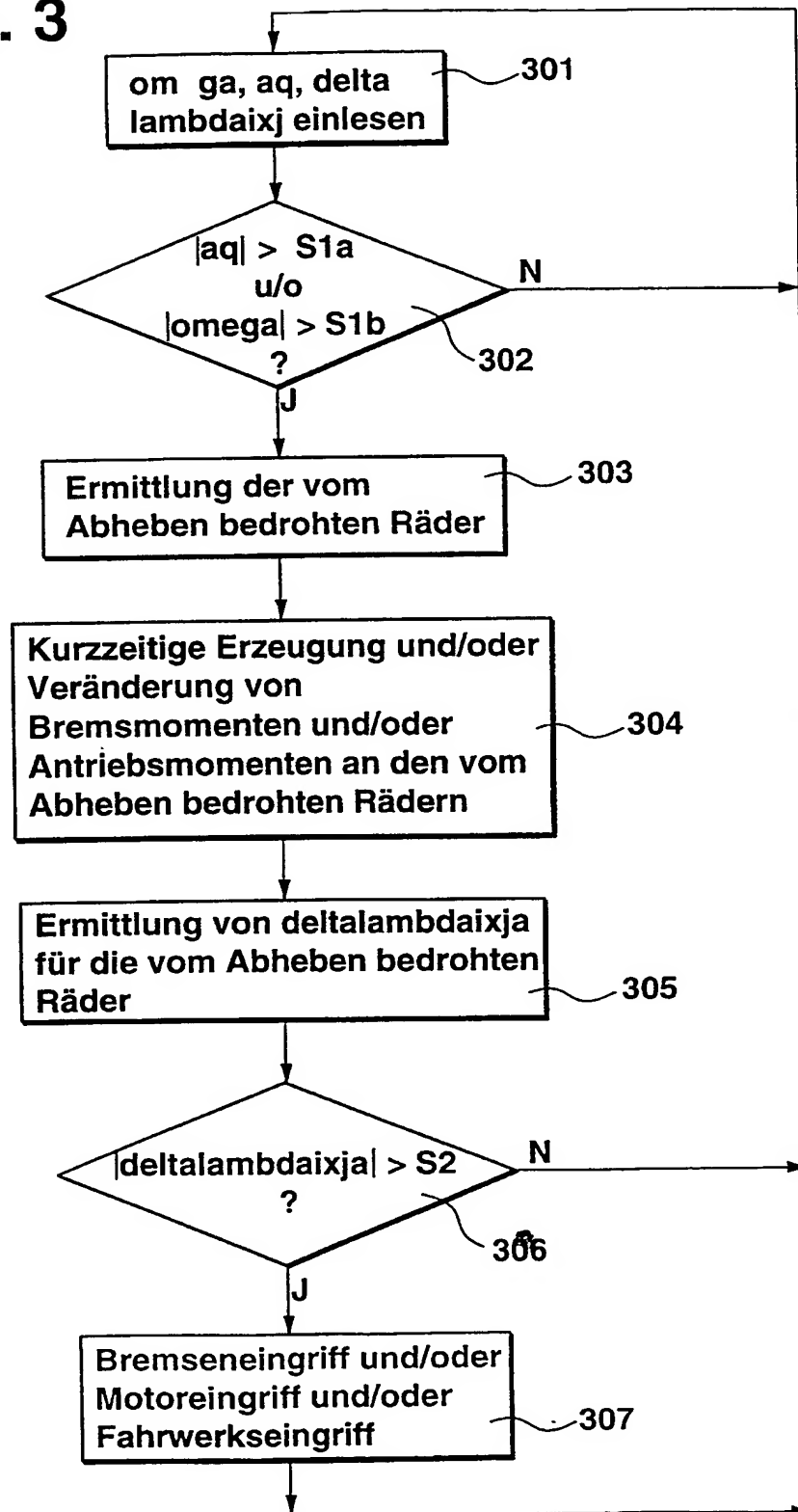


Fig. 4

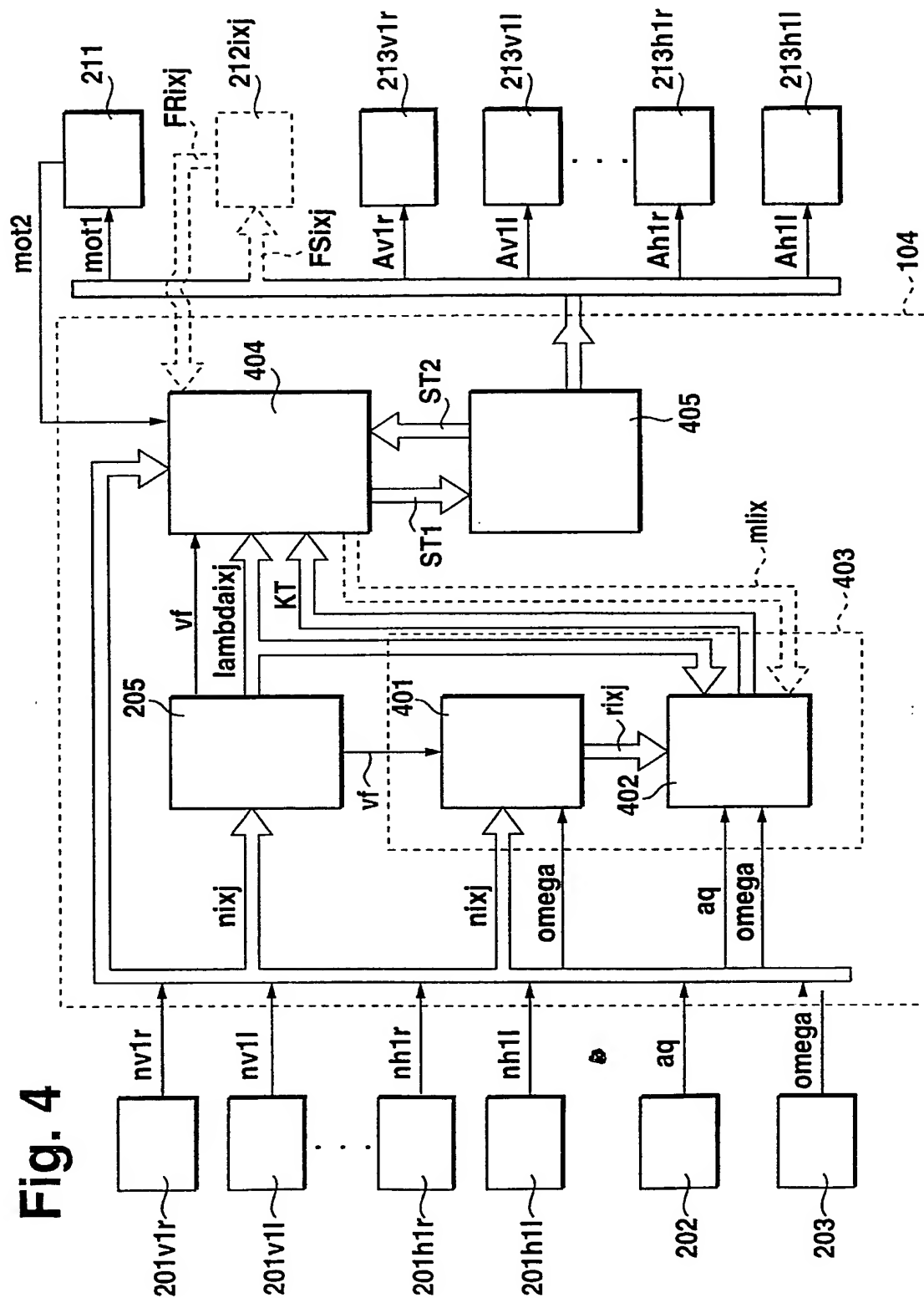


Fig. 5

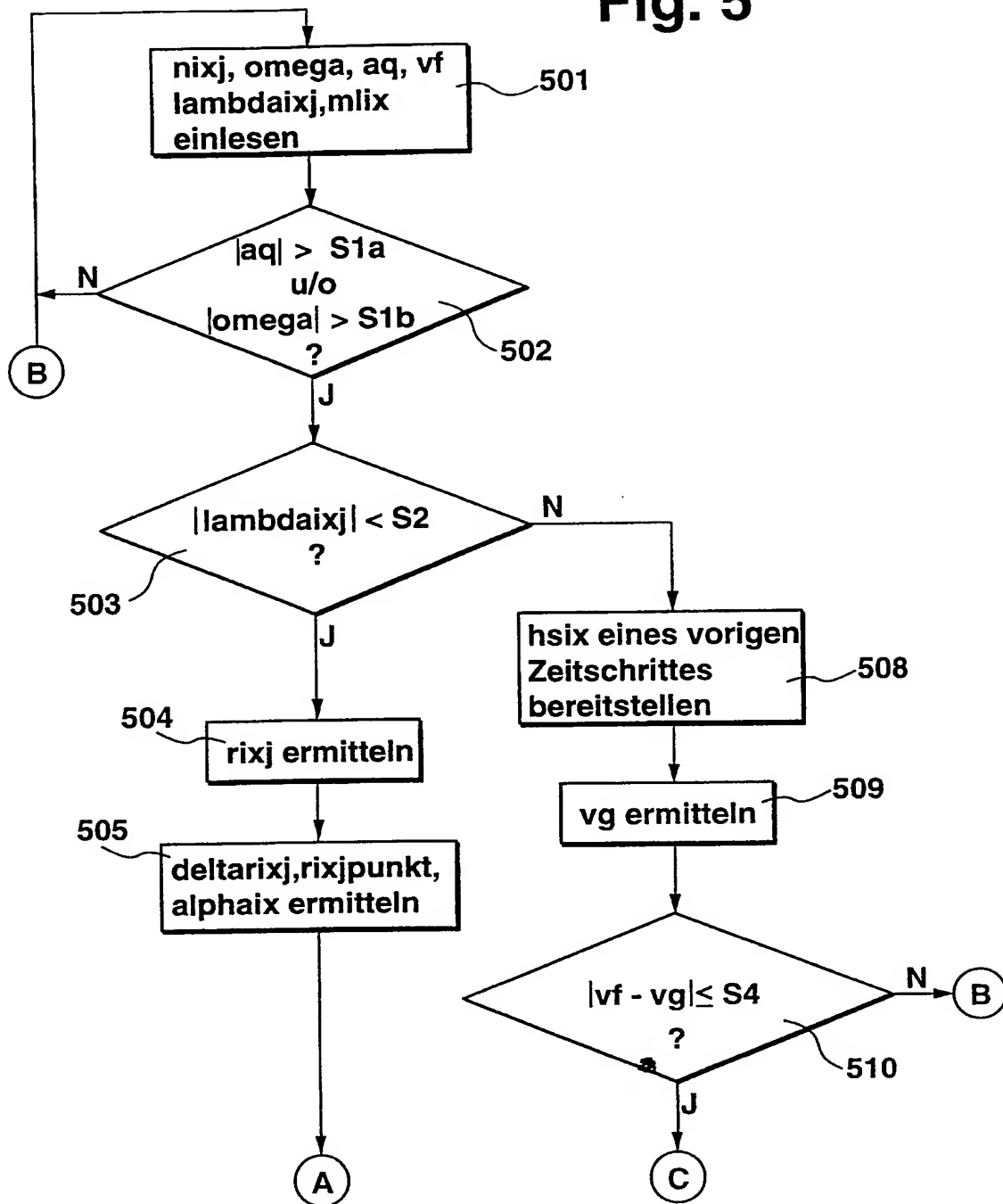


Fig 5a

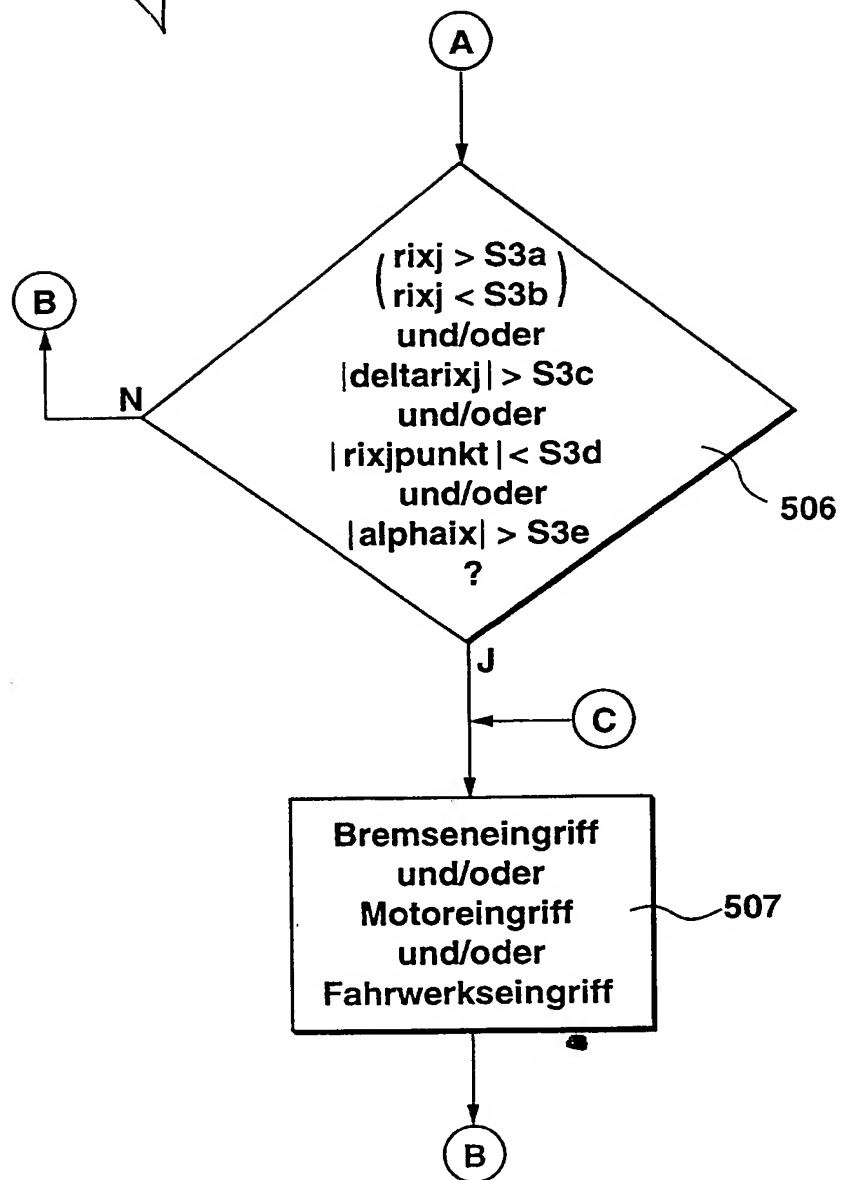
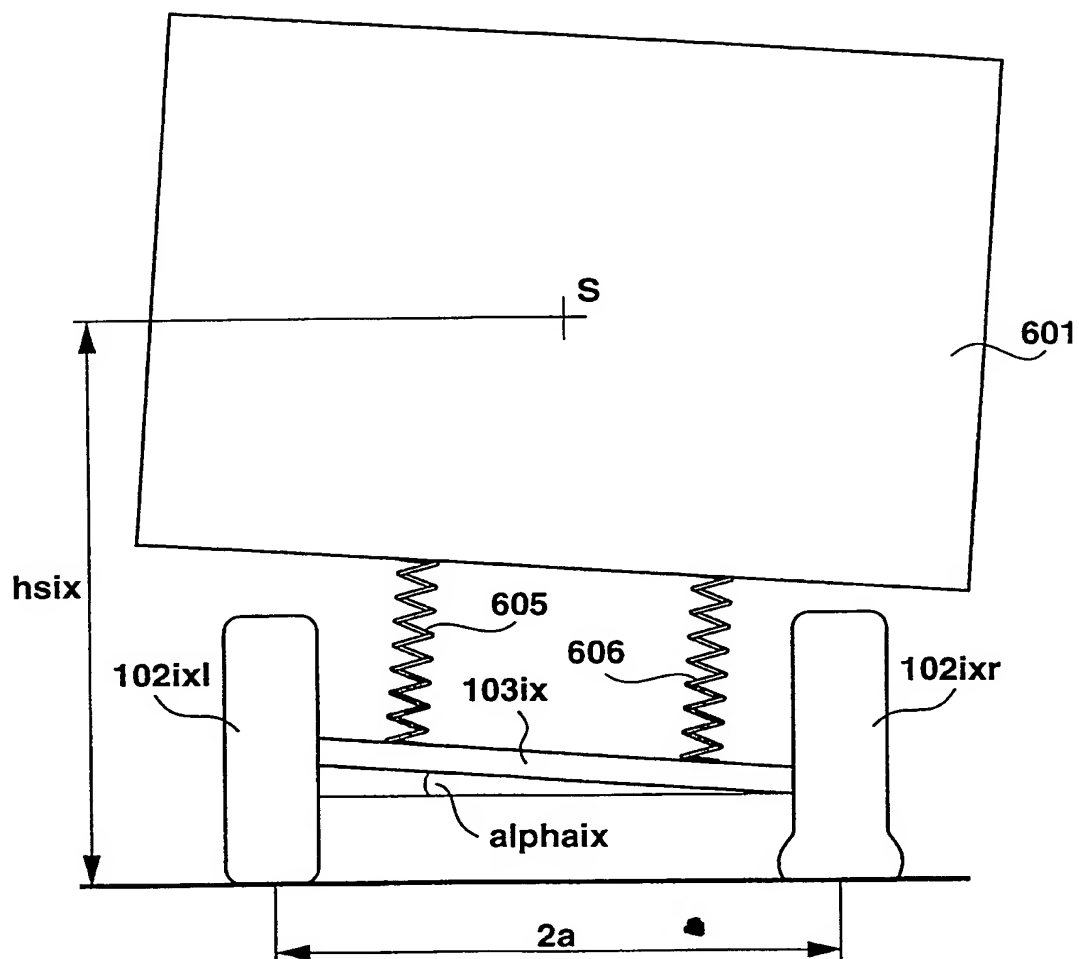


Fig. 6



DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012522147      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-328253/199928

XRPX Acc No: N99-246194

**Control method for vehicle with tendency to tip or tilt, e.g. lorries or wagons**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: DOMINKE P; LEIMBACH K; SCHRAMM H; WETZEL G

Number of Countries: 021 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19751891	A1	19990527	DE 1051891	A	19971122	199928 B
WO 9926823	A1	19990603	WO 98DE2184	A	19980730	199929
EP 1030798	A1	20000830	EP 98947365	A	19980730	200042
			WO 98DE2184	A	19980730	
KR 2001032314	A	20010416	KR 2000705524	A	20000520	200163
JP 2001523620	W	20011127	WO 98DE2184	A	19980730	200204
			JP 2000521996	A	19980730	
EP 1030798	B1	20020502	EP 98947365	A	19980730	200230
			WO 98DE2184	A	19980730	
DE 59804005	G	20020606	DE 504005	A	19980730	200237
			EP 98947365	A	19980730	
			WO 98DE2184	A	19980730	

Priority Applications (No Type Date): DE 1051891 A 19971122

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19751891	A1	17	B60T-008/60		
-------------	----	----	-------------	--	--

WO 9926823	A1 G		B60T-008/24		
------------	------	--	-------------	--	--

Designated States (National): JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU  
MC NL PT SE

EP 1030798	A1 G		B60T-008/24	Based on patent WO 9926823	
------------	------	--	-------------	----------------------------	--

Designated States (Regional): DE FR GB SE

KR 2001032314	A		B60T-008/24		
---------------	---	--	-------------	--	--

JP 2001523620	W	76	B60T-008/58	Based on patent WO 9926823	
---------------	---	----	-------------	----------------------------	--

EP 1030798	B1 G		B60T-008/24	Based on patent WO 9926823	
------------	------	--	-------------	----------------------------	--

Designated States (Regional): DE FR GB SE

DE 59804005	G		B60T-008/24	Based on patent EP 1030798	
-------------	---	--	-------------	----------------------------	--

Based on patent WO 9926823

Abstract (Basic): DE 19751891 A1

NOVELTY - The method involves determining a parameter which gives a quantitative indication of the wheel behavior of at least one wheel. At least in dependence on this parameter, it is determined whether, for that vehicle, there is a tendency to tilt about a vehicle axis in the longitudinal direction of the vehicle. When such a tendency is determined, a stabilizing brake engagement is carried out on at least one of the vehicle wheels.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for an apparatus for carrying out the method.

USE - Especially for preventing lorries or wagons from tipping over.

ADVANTAGE - The method improves the stabilization of a vehicle

which has a tendency to tilt.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a flow chart for carrying out the method.

pp; 17 DwgNo 3/6

Title Terms: CONTROL; METHOD; VEHICLE; TENDENCY; TIP; TILT; LORRY; WAGON

Derwent Class: Q13; Q18; Q22; S02; X22

International Patent Class (Main): B60T-008/24; B60T-008/58; B60T-008/60

International Patent Class (Additional): B60K-028/10; B60T-007/12;

B62D-037/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-J02A; S02-J05; X22-C02C; X22-X06

?